

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ АСТЕРОИДОВ НА БЛИЗКИХ ОРБИТАХ

В. С. Сафронова, Э. Д. Кузнецов

Уральский федеральный университет

На основе данных Международного центра малых планет получены оценки расстояний между орбитами астероидов с использованием метрик пространства кеплеровых орбит. Для пар астероидов, движущихся по близким орбитам, выполнено моделирование динамической эволюции с использованием программы Orbit9 с целью выявления тесных сближений астероидов. Получены оценки взаимных расстояний между астероидами в парах. Для повышения точности оценки взаимных расстояний между астероидами с учетом эффекта Ярковского предложена программа позиционных и фотометрических наблюдений астероидов на близких орбитах с целью уточнения их физических и динамических параметров.

DYNAMIC EVOLUTION OF ASTEROIDS ON CLOSE ORBITS

V. S. Safronova, E. D. Kuznetsov

Ural Federal University

Estimates of the distances between the orbits of asteroids are obtained using the metrics of the space of Keplerian orbits. MPC data base was used. For pairs of asteroids moving in close orbits modelling of dynamic evolution was carried out using the Orbit9 program in order to identify close approaches of asteroids. Estimates of the mutual distances between asteroids in pairs are obtained. To improve the accuracy of estimating the mutual distances between asteroids with taking into account the Yarkovsky effect, we propose a program of astrometric and photometric observations of asteroids in close orbits with the aim of improvement of their physical and dynamic parameters.

Получены оценки расстояний между орбитами астероидов, включенных в базу данных Международного центра малых планет по состоянию на 7 октября 2017 г. (735 085 астероидов, среди которых 495 827 нумерованных). Использовались метрики ϱ_2 и ϱ_5 , предложенные в работе [1]. Метрика ϱ_2 определяет расстояние в пятимерном пространстве кеплеровых элементов, метрика ϱ_5 — в трехмерном

фактор-пространстве, учитывая все возможные ориентации пары орбит по долготам восходящих узлов и аргументам перицентров.

Для 55 пар астероидов значения метрики $\varrho_2 < 0.001$ (а. е.)^{1/2} ($\varrho_2^2 < 150$ км). Исследование орбитальной эволюции астероидов на близких орбитах представляет интерес при решении широкого круга задач: отождествление астероидов, выделение семейств астероидов, поиск астероидов, испытавших соударение или распад двойной системы, включая астероиды под влиянием YORP-эффекта, и т. д. [2].

Близость орбит астероидов не является достаточным условием сближения астероидов в пространстве в текущую эпоху. Для астероидов, входящих в близкие пары, с помощью программы Orbit9 комплекса OrbFit [3] выполнено моделирование движения в прошлое и будущее с целью выявления тесных сближений.

При моделировании орбитальной эволюции астероидов с диаметрами менее 30–40 км требуется учитывать эффект Ярковского [2], особенностью которого является то, что знак вековых возмущений большой полуоси орбиты зависит от направления осевого вращения астероида. В Коуровской астрономической обсерватории УрФУ начата программа фотометрических наблюдений астероидов, движущихся по близким орбитам. Данные о параметрах вращения астероидов, получаемые из фотометрических наблюдений, позволят выполнить высокоточное моделирование орбитальной эволюции.

Работа выполнена при поддержке Правительства Российской Федерации (постановление № 211, контракт № 02.A03.21.0006) и гранта РФФИ № 18-02-00015.

Библиографические ссылки

1. *Kholshevnikov K. V., Kokhirova G. I., Babadzhanyan P. B., Khamroev U. H.* Metrics in the space of orbits and their application to searching for celestial objects of common origin // Mon. Not. R. Astron. Soc. — 2016. — P. 2275—2283.
2. *Vokrouhlický D., Bottke W. F., Chesley S. R. et al.* The Yarkovsky and YORP Effects / D. Vokrouhlický, W. F. Bottke, S. R. Chesley et al. // Asteroids IV / ed. by P. Michel, F. E. DeMeo, W. F. Bottke. — 2015. — P. 509—531.
3. *Orbfit Consortium.* OrbFit: Software to Determine Orbits of Asteroids. — Astrophysics Source Code Library. — 2011. 1106.015.